



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD Y SALUD
OCUPACIONAL EN EL NÚMERO DE INCIDENTES Y ACCIDENTES
EN MINERÍA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE 2009 – 2019

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería de Minas

Autores:

Christopher Jhancarlo Fernandez Sánchez
Manuel Rafael Rengifo Lopez

Asesor:

MBA. Ing. Roberto Martín Zamora Nevado

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

Este presente trabajo va dirigido principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos
fuerzas para continuar con este proceso.

A nuestros padres por darnos la oportunidad de poder estudiar una carrera
universitaria, así mismo por darnos su apoyo moral y ser nuestro soporte en momentos
difíciles que logramos tener en estos años de vida universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a dios sobre todas las cosas, sobre todo por el bienestar de nuestra familia ya que ellos son el motor que nos impulsa a seguir adelante.

A nuestros padres por el apoyo incondicional en cada paso que dimos es nuestra vida diaria, por estar presentes en los momentos difíciles cuando más los necesitamos y a nuestros docentes por las enseñanzas compartidas día a día y su gran paciencia y gracias Dios por permitirnos vivir y disfrutar de cada día.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS	14
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	24
REFERENCIAS	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de publicaciones según el tipo de documento	16
Tabla 2 Distribución de artículos por año	17
Tabla 3 Distribución de publicación por institución científica	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Matriz de base de datos	15
Figura 2. Ubicación geográfica de los países donde pertenecen los estudios	16

RESUMEN

La siguiente revisión sistemática se basa en la influencia de los sistemas de seguridad y salud ocupacional en el número de incidentes y accidentes en la industria minera, así mismo dar a conocer la importancia de un sistema de seguridad, basados en artículos y tesis comprendidos entre los años 2009-2019, clasificando de acorde a las variables de investigación, por ello se aplicó el método de selección de información mediante el diagrama prisma el cual permitió seleccionar información clasificada de las fuentes como: scielo, google académico, repositorio de universidades, revistas científicas y ScienceDirect, para facilitar dicha búsqueda de información se recurrió a utilizar palabras claves de acorde a las variables de investigación.

En total se obtuvo 21 trabajos de estudio relacionados con el tema de investigación, obteniendo 15 artículos de revistas científicas y 6 tesis de maestría. Estos trabajos fueron clasificados con una categoría en común, siendo la primera categoría la implementación del sistema de seguridad y salud ocupacional; la segunda, reducción de número de accidentes; la tercera, causas de los accidentes e incidentes; la cuarta, prevención de accidentes e incidentes, en lo cual surgieron limitación como diferencia de idiomas, acceso restringido a ciertas páginas e información replicada.

PALABRAS CLAVES: sistema de seguridad, accidentes e incidentes, análisis de riesgo, minería subterránea

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La minería es una de las principales industrias que influye en la economía de nuestro país. Algunas de las empresas mineras más grandes a nivel global se encuentran extrayendo metales en nuestra nación, por lo que somos los primeros productores de diversos metales a nivel latinoamericano y mundial, durante décadas se desarrolla el trabajo en la industria minera alrededor de todo el mundo dando origen a distintos tipos de enfermedades y a su paso ocasionándose accidentes e incidentes que conllevaron a una preocupación continua (Flores, 2013).

Los accidentes mortales los últimos años han ido incrementando y esto se debe a que no existe una cultura de seguridad. La seguridad en el rubro minero es de mucha importancia ya que ayuda a disminuir y mitigar los accidentes e incidentes que existen dentro y fuera de mina, dando origen al sistema de salud ocupacional, de tal forma que se pueda brindar la seguridad necesaria a los trabajadores, este sistema con el pasar de los años tuvo que ir evolucionando y acoplándose a la revolución industrial con el objetivo de controlar, mitigar el número de accidentes e incidentes que se presentan a diario en la industria minera (Patterson & Shappell, 2010).

Alrededor de todo el período de la industria minera existe una larga historia de accidentes e incidentes por lo general se tiene lesiones graves y muertes, como es el caso de los años 70 donde una explosión en mina de carbón en España acabó con la vida de 28 mineros, en base a esto se tiene como alternativas de solución al Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (INSST) español que clasifica las causas y circunstancias en básicas e inmediatas, así mismo el método Feyer y Wiliamson el cual clasifica usando eventos precursores y factores contribuyentes (Sanmiquel-Pera, Bascompta, & Anticoi, 2019).

En muchas oportunidades la seguridad en las empresas mineras no es considerada de suma importancia, esto conlleva a pérdidas no solo en los trabajadores sino también llega a generar pérdidas para la empresa (Candiotti & Alejandro, 2018).

Es por ello que toda empresa minera debe considerar un sistema de seguridad de suma importancia para el bienestar de cada uno de sus trabajadores obteniendo un mejor desempeño, desarrollo de productividad y manteniendo un ámbito de trabajo estable. Para que no afecte en la economía de la empresa (J. K. C. Chen & Zorigt, 2013).

Por otra parte la normativa de seguridad es implementada con la finalidad de reducir las emergencias dentro de la empresa minera y mejorar la calidad de vida de sus trabajadores (Huanca, 2016).

Tal es el caso que en el estado de Guanajuato (México) los accidentes y enfermedades ocupacionales en las unidades mineras se generan por las actividades realizadas a diario como es la perforación y voladura, uso de maquinaria y equipamiento, explotación, fortificación y sostenimiento, puesto que estos trabajos no se realizan en las condiciones adecuadas (Rivera, Villanueva, Piñón, & Rodríguez, 2019)

La industria minera es una de las actividades más riesgosas, las consideraciones de estas conllevan a las empresas a la implementación de sistemas de seguridad y salud ocupacional alrededor de todo el mundo, esta normativa ayuda a las empresas a enfrentar los diversos accidentes e incidentes presentes en las explotaciones, poniendo en marcha distintas prácticas de seguridad para identificar los riesgos latentes, estableciendo políticas rigurosas que deben ser cumplidas por cada miembro de dicha minera (Chen & Zorigt, 2013).

Por otra parte, los accidentes e incidentes en la pequeña y mediana minería y minería artesanal siguen siendo muy notables, es por ello que los directivos de estas empresas están

obligados a optar por la implementación de un sistema de seguridad y salud ocupacional a su vez hacer cumplir cada una de sus normativas, teniendo como objetivo controlar los incidentes, incidentes peligrosos, accidentes y enfermedades ocupacionales (Maguiña, 2018).

Así mismo la minería en China sigue siendo una de las actividades más peligrosas entre ellas se encuentran las minas de carbón conocidas por su alta tasa de accidentabilidad puesto que los modelos de seguridad se enfocan en la gestión pasiva, es decir durante o después de un accidente, no antes, los accidentes, peligros ocultos. Por lo general estos métodos se basan principalmente en las instituciones, experiencia, pero no en el control previo (Liu, Dou, & Meng, 2020).

La propuesta de Implementar el sistema de seguridad y salud ocupacional se basa en disminuir la tasa de accidentabilidad y en la prevención de riesgos laborales ya que es de gran importancia para la minería teniendo en cuenta los parámetros de tiempo propuesto. A medida que pasan los años se puede observar las distintas implementaciones y estudios, algunos más eficaces que otros, esto dependerá mucho del método, sistema, medida, eficiencia en el manejo de la seguridad en dichas empresas y aún más la responsabilidad del factor humano. La falta de cultura de seguridad en el Perú nos limita en el estudio para la implementación de mejoras en la seguridad, es por ello por lo que recurrimos a estudios internacionales que nos brindan una mejor información y conocimiento, para poder contribuir con las unidades mineras y lograr un solo objetivo “cero accidentes”.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La revisión sistemática literaria científica tiene por objetivo recolectar todos los resultados obtenidos de un problema de investigación, para iniciar una revisión sistemática se empieza planteando una pregunta estructurada y precisa (Sanchez, 2010).

Por lo mencionado anteriormente se plantea la siguiente pregunta de revisión sistemática ¿Cuál es la influencia de los sistemas de seguridad y salud ocupacional en el número de incidentes y accidentes en minería subterránea entre los últimos 10 años?

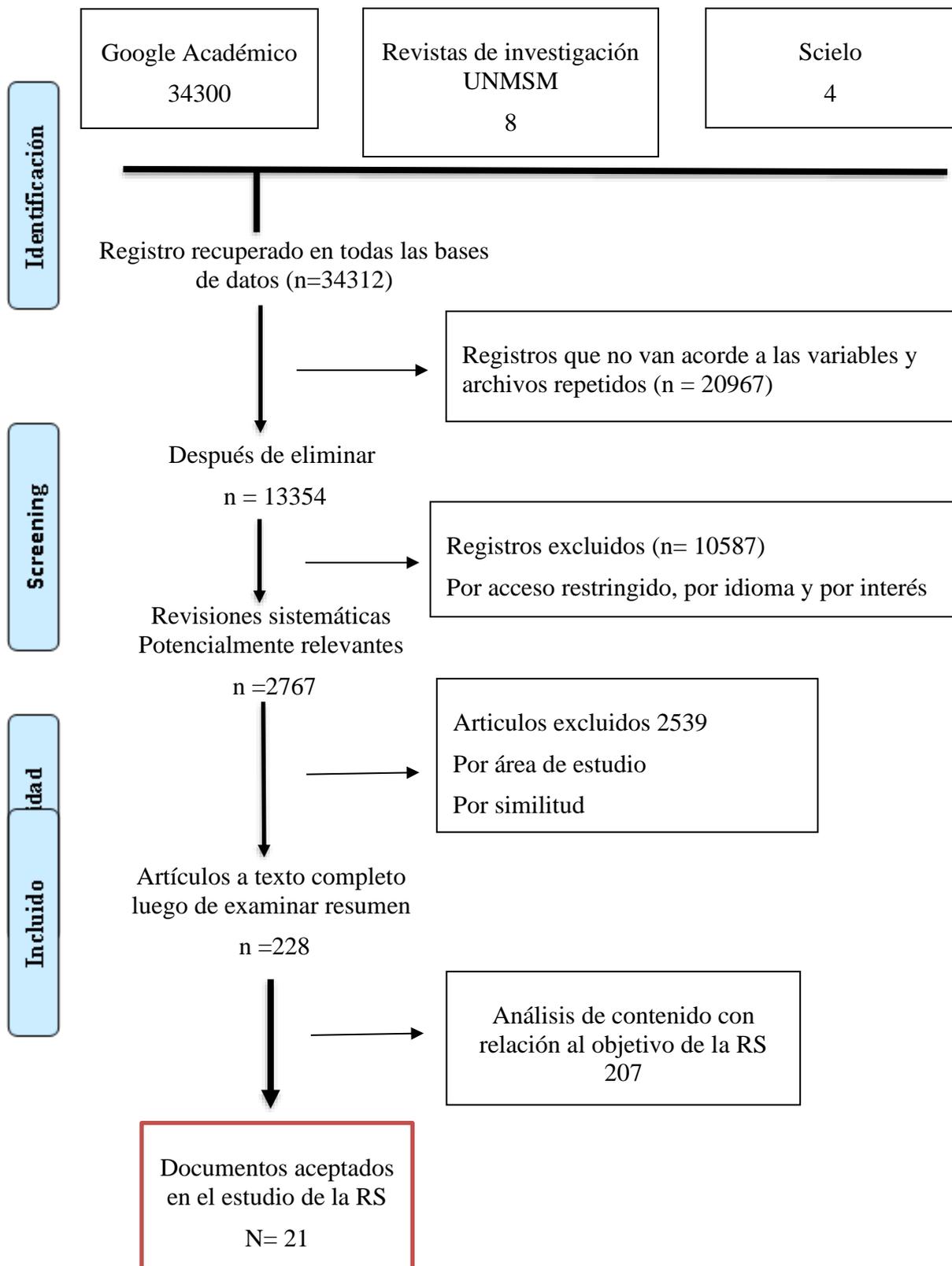
Las literaturas científicas empleadas en la siguiente investigación de revisión sistemática fueron fuentes certificadas y se recurrió a un filtro de recolección de los últimos diez años mediante el diagrama prisma, teniendo en cuenta que los informes y artículos recaudados fueron tazados según su calidad de contenido y de acorde a nuestras variables de investigación.

Las fuentes de investigación utilizada son las siguientes:

- ✓ Repositorios Institucionales de Universidades Nacionales
 - Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
 - Universidad Nacional del Centro del Perú.
 - Universidad Tecnológica del Perú.
 - Universidad Nacional de Huancavelica
- ✓ Repositorios Institucionales de Universidades Extranjeras
 - Universidad de Queensland.
 - Universidad Libre Seccional Cúcuta.
 - China University of Mining and Technology
 - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

- ✓ Google Académico.
- ✓ Science Direct
- ✓ Dialnet plus.
- ✓ Ciencia y Desarrollo.

Para la selección de datos fue de suma importancia realizar un análisis de las investigaciones científicas remanentes, se tomó en cuenta información nacional como internacional, ya que otros países cuentan con mejores estudios en el tema. Obteniendo una información clasificada las cuales se encuentran en el idioma inglés; los artículos y tesis existentes responden a nuestra pregunta de investigación.



CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para esta presente revisión sistemática en el procedimiento de búsqueda se descarta algunos artículos científicos por motivos ya mencionados anteriormente quedando finalmente 21 publicaciones.

En la figura 1 se aprecia la matriz de registro final de búsqueda, para lograr este resultado se excluyeron publicaciones que no cumplían con la pregunta de investigación. Se puede apreciar los autores, base de datos de donde fue extraída, país y año de publicación en un orden cronológico ascendente.

MATRIZ DE BASE DATOS										
N°	BASE DE DATOS	Revista - Repositorio	TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	AUTOR	AÑO	TIPO			PAÍS	Tipo
						TESIS	AC	AR		
1	Repositorio Institucional UNCP	Universidad Nacional del Centro del Perú	Implementación del sistema de gestión integrado de salud, seguridad ocupacional, medio ambiente y calidad para lograr una mejora continua en la empresa especializada Interlagos E.I.R.L.	Mallqui, Luis	2009	x			Perú	Tesis - Posgrado
2	Repositorio Institucional UNCP	Universidad Nacional del Centro del Perú	Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional para empresas contratistas del sector minero en el departamento de Junín	Caro, Eli	2009	x			Perú	Tesis - Posgrado
3	ScienceDirect	Clemson University	Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS	Patterson Jessica M. & Shappell Scott A.	2010			x	Estados Unidos	Artículo
4	Scielo	Universidad de Guadalajara	La amplificación social del riesgo: evidencias del accidente en la mina Pasta de Conchos	Trjada, Nina & Perez, Lorena	2011			x	Mexico	Artículo
5	Repositorio Institucional UNMSM	Revista de instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica	Estudio de la accidenabilidad laboral para gestionar la prevención en la mina Uchucchacua.	Rodriguez, Carlos	2012			x	Perú	Artículo
6	ScienceDirect	China University of Mining and Technology	Research on 10 year tendency of China coal mine accidents and the characteristics of human factor	Hong Chen, Hui Qi, Ruyin Long & Maolong Zhang	2012			x	China	Artículo
7	ScienceDirect	Asia University	Managing occupational health and safety in the mining industry	Chen, James & Zorig, Dulamjav	2013			x	Taiwan	Artículo
8	Repositorio Institucional UNCP	Universidad Nacional del Centro del Perú	Implementación del sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para reducir incidentes laborales en la U.E.A. PORVENIR DE MINERA CENTRO S.A.C	Quispe, Ciro	2014	x			Perú	Tesis - Posgrado
9	ScienceDirect	Amirkabir University of Technology	Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS	Mahdavi, S., Shahriar K. & Estahampour A	2014			x	Iran	Artículo

10	Academia.edu	Universidad Nacional de Ingeniería	Sistematización del Programa de Seguridad Basado en el Comportamiento dentro del proceso de reducción de accidentes en la Sociedad Minera El Bocal S.A.A.	Rosales, Rogelio	2015	x			Perú	Tesis - Posgrado
11	Repositorio Institucional Universidad del Rosario	Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario	Accidentes de trabajo y enfermedades laborales de los mineros de socavón en Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander.	Guerrero, Jenny; Hernandez Gilma & Varona, Marcela	2015			x	Colombia	Artículo
12	Repositorio Institucional UNMSM	Revista de instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica	Implicancias técnicas y económicas de los accidentes mortales en la minería peruana	Giraldo, M. & Badillo J.	2015			x	Perú	Artículo
13	Dialnet plus	Revista Científica Teknos	Riesgos operacionales en proyectos de minería subterránea	Guerrero, María	2016			x	Colombia	Artículo
14	Repositorio Institucional UNMSM	Revista de instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica	Características de los programas de capacitación andragógicos y los procesos de aprendizaje la seguridad minera peruana	Vallejo, Lucila del Carmen	2016			x	Perú	Artículo
15	ScienceDirect	Northeastern University	An application of nonlinear fuzzy analytic hierarchy process in safety evaluation of coal mine	Wang, Q., Wang, H., & Qi, Z.	2016			x	China	Artículo
16	Ciencia & Desarrollo	Revista de Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann	Análisis de la normatividad en Seguridad y Salud Ocupacional y su influencia en la ocurrencia de accidentes mortales en la minería del Perú	Florez, Jorge	2018			x	Perú	Artículo
17	Repositorio Institucional UNH	Universidad Nacional de Huancavelica	Influencia de la aplicación de seguridad basada en el comportamiento en la ocurrencia de accidentes de trabajo en mina Arcata en la empresa contratista IE SA S.A. durante el año 2016	Sucari, Ambal	2018	X			Perú	Tesis - Posgrado
18	Repositorio Institucional Universidad Libre	Universidad Libre Seccional Cúcuta	Estrategias de control de los riesgos de condiciones de seguridad en la mina Lajas	Alvarez, D.; Arias, S. & Monroy, R.	2018			x	Colombia	Artículo
19	ScienceDirect	Journal of Cleaner Production	A comparative outline for quantifying risk ratings in occupational health and safety risk assessment	Gul, M. & Fatih Ak, M.	2018			x	Turquía	Artículo
20	Repositorio Institucional UNH	Universidad Nacional de Huancavelica	Implementación del Programa de Seguridad para la prevención de Comportamientos Subestándar En La Empresa Teciacerro Sac. De la compañía Minera Antapaccay—Cusco 2018	Velezmore, Jan	2019	x			Perú	Tesis - Posgrado
21	Repositorio Institucional UNMSM	Revista de instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica	Influencia de la metodología seguridad basada en el comportamiento en la prevención y reducción del número de accidentes en CAME Contratistas y Servicios Generales S.A. - Proyecto Antamina – Periodo 2014	Cajia, Tito & Silva, Wilmer	2019			x	Perú	Artículo

Figura 1. Matriz de base de datos

Los estudios científicos que existen en el continente europeo sobre los sistemas de seguridad en minería cuentan con accesos más protegidos y restringidos es por ello por lo que en la figura 2 se aprecia que no existe algún estudio extraído de esa área.

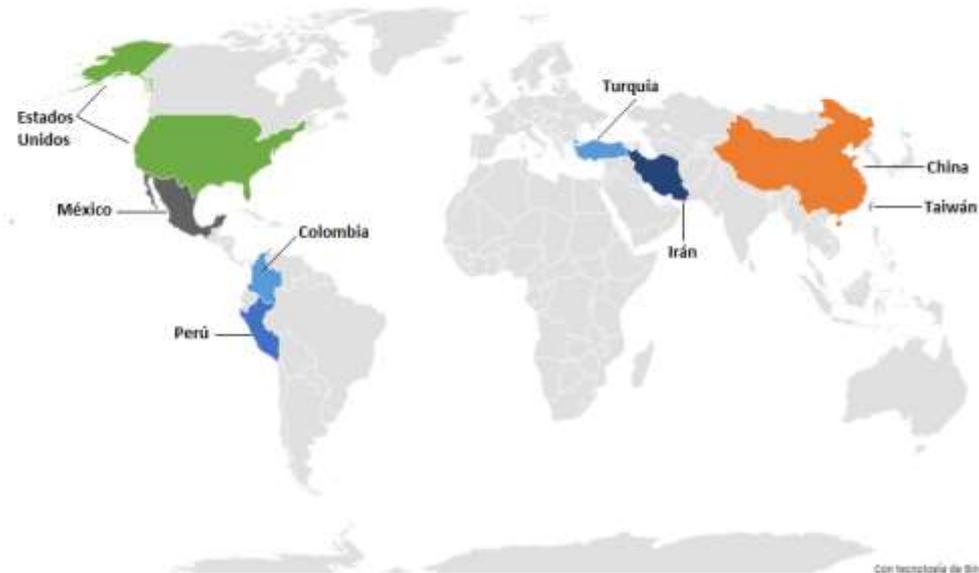


Figura 2. Ubicación geográfica de los países donde pertenecen los estudios

En la tabla 1 indica la distribución de los informes según el tipo de documento. Se puede apreciar que la moda según el tipo de documento son los artículos de revista con un 71.43 %, seguidamente las tesis de maestría con un 28.57 %.

Tabla 1
Número de publicaciones según el tipo de documento

Tipo de documento	F	%
Artículos de revista	15	71.43%
Tesis de Maestría	6	28.57%
Total	21	100%

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 2 muestra que en el año 2018 se realizaron la mayor cantidad de estudios con respecto al tema en mención teniendo un 19.05%. Sin embargo, es notorio que en los últimos años se ha venido haciendo más estudios sobre los sistemas de seguridad en minería.

Tabla 2
Distribución de artículos por año

Año	F	%
2009	2	9.52%
2010	1	4.76%
2011	1	4.76%
2012	2	9.52%
2013	1	4.76%
2014	2	9.52%
2015	3	14.29%
2016	3	14.29%
2017	0	0.00%
2018	4	19.05%
2019	2	9.52%
Total	21	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 3 revela que ScienceDirect y el repositorio Institucional de la UNMSM cuentan con más información científica con respecto al tema de investigación.

Tabla 3
Distribución de publicación por institución científica

Base de datos	F	%
Repositorio Institucional UNCP	3	14.29%
ScienceDirect	6	28.57%
Scielo	1	4.76%
Repositorio Institucional UNMSM	4	19.05%
Academia.edu	1	4.76%
Repositorio Institucional Universidad del Rosario	1	4.76%
Dialnet plus	1	4.76%
Ciencia & Desarrollo	1	4.76%
Repositorio Institucional UNH	2	9.52%

Repositorio Institucional Universidad Libre	1	4.76%
Total	21	100.00%

CATEGORIZACIÓN

Categorías	Aporte
Seguridad Basada en el Comportamiento (SBC)	<p>La implementación del sistema de seguridad basada en el comportamiento genera un aspecto positivo para identificar los actos inseguros de los colaboradores; de esta manera intervenir en zonas específicas como información precisa, conocimiento y experiencia de cada uno para así disminuir el número de accidentes (Patterson & Shappell, 2010).</p> <p>El trabajo bajo presión de tiempo y supervisión son causantes de los comportamientos riesgosos, por ello después de aplicar el programa SBC se redujo hasta un 4% estas causas logrando como resultado final que el número de accidentes disminuya en un 76% a comparación del año anterior (Sucari, 2018).</p> <p>Los planes de acción planteados en el comportamiento SBC permitió generar cambios conductuales seguros en los trabajos, por tanto, en las últimas 5 semanas se mostró una tendencia de 2.87% de baja en los comportamientos riesgosos por otra parte se analizó la tendencia de accidentes e incidentes entre los años 2012, 2013, 2014. entre los cuales muestran los porcentajes de accidentabilidad en el 2012 (48%) 2013 (48.80%), mientras que para el año 2014 aplicando el método SBC se mostró resultados favorables del 14.48% una mejora significativa en el porcentaje de seguridad (Lucio & Silva, 2019).</p>

De la misma manera después de aplicar el sistema SBC se redujo en un 43.75% el número de accidentes totales y a su vez los costos totales por accidente decrecieron en un 28% (Rosales, 2015). En la unidad minera Antapaccay se realizó una comparación con respecto al índice de accidentabilidad después de realizar el programa SBC obteniendo como resultado una disminución del 96% con respecto al año anterior (Velezmoro, 2019).

Causas de accidentes

Al reconocer las causas más comunes en accidentes ocasionados en el sector minero permite un mejor manejo en el sistema de seguridad, el 79% de las causas de los accidentes ocurridos se deben al desprendimiento de rocas, mal manejo de materiales; así mismo se identificó que el 86 % de los accidentes se debe a los factores personales como desmotivación, incapacidad e ignorancia (Rodríguez, 2012). De igual forma los riesgos operacionales como explotaciones, desprendimiento de rocas e intoxicación por gases generan accidentes de trabajos como pérdidas de vida humana.(Guerrero, 2016). También se pudo identificar que la mayor cantidad de incidentes y accidentes se encuentra en el trabajo mecanizado, como la perforación, carga de explosivos y voladura (Álvarez & Arias, 2018). Según estudios del minen en los últimos años gracias al sistema de seguridad y salud ocupacional existe una notable reducción del número de accidentes, así mismo el mayor porcentaje de accidentes es causado por desprendimientos de rocas en un 33% (Giraldo & Badillo, 2015).

Para lograr una reducción de accidentes en minería es necesario acudir a tecnologías y procesos modernos de gestión de seguridad y salud ocupacional (Wang, Wang, & Qi, 2016).

Los programas de capacitación andrológicas son de mucha ayuda con respecto a los sistemas de seguridad en la minería peruana ya que tienen un 87,2 % de relación directa, esto ayuda a prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales. (Vallejo, 2016).

Innovaciones en
Sistemas de
Seguridad

El método TOPSIS ayuda a prevenir y examinar los riesgos que se encuentran en las operaciones mineras. Gracias a este método se logró prevenir 86 accidentes en las minas Hashouni, Hojedk y Badnizu (Mahdevvari, Shahriar, & Esfahanipour, 2014).

Mediante el sistema de seguridad y salud ocupación se utilizó el método de la matriz 5 x 5 para identificar los riesgos según el tipo de lesión, llegando a identificar 333 peligros de acuerdo con los expertos del SSO.(Gul & Ak, 2018)

El 90% de los accidentes leves e incapacitantes se logró aminorar con la implementación del Sistema Integrado de seguridad y salud ocupacional si bien es cierto que su inversión anual es de S/.500,287 esto también ayuda a proteger los equipos utilizados ya que a su vez aminoró en un 86% los accidentes de equipos y daños de propiedad (Mallqui, 2009)

Una vez implementada el SIGER, se obtuvieron mejoras significativas en la gestión de riesgos, reflejo de ello fue la reducción de incidentes incapacitantes de 379 a 265, índice de frecuencia de 12.86 a 6.32, índice de severidad de 25.72 a 25.28 y el índice de accidentabilidad de 0.33 a 0.16, el TILI de 2.57 a 1.26 durante los años del 2006 al 2007 (Caro, 2009)

El cambio de actitud de los trabajadores después de recibir charlas y aplicar la prevención se logró reducir la tasa de accidentabilidad en la empresa minera El Porvenir de 12.5 a 10.5 esto se debe gracias a la implementación del sistema de seguridad y salud ocupacional, con el pasar de los años estos números deben seguir disminuyendo (Quispe, 2014).

Para lograr la prevención se debe establecer desde el alto gobierno con el continuo estudio de seguridad y salud de igual forma las compañías mineras deben fomentar información sobre la salud y trabajo seguro, de la misma manera de debe colocar medios de comunicación audio visual para prevenir a los trabajadores de los peligros que están expuestos.

Implementación del
Sistema De
Seguridad

De igual forma los trabajadores deberán fomentar una cultura de seguridad y autocuidado.(Guerrero, Hernández, & Varona, 2015).

Se debe exigir la implementación del sistema de seguridad en las empresas mineras creando una cultura de seguridad y a su vez el gobierno de Mongolia debe rechazar todo acto de corrupción para que no se vea influenciado en las empresas mineras y así poder reducir el número de accidentes (Chen & Zorigt, 2013)

En China, los accidentes ocasionales en las minas de carbón siguen ocurriendo, el 94 % de los accidentes se debe al factor humano, sin embargo, la tasa de mortandad ha disminuido con la implementación del sistema de seguridad. En estos últimos 10 años se vio reflejado que la mortalidad por millón de tonelada disminuyó en un 85% mientras que los accidentes graves se manejan de manera efectiva.(Chen, Qi, Long, & Zhang, 2012).

La falta de exactitud y claridad de las normas del sistema de seguridad entre los años 2000 -2017 no ayuda con la contribución para la reducción del número de accidentes mortales en la gran, media, pequeña minería (Florez, 2018).

Las compañías mineras deben manejar los riesgos e incluir un análisis de los factores, toma de decisiones, seguridad y riesgos aceptables. Estas empresas deben invertir en una buena toma de decisiones, tener un sistema de seguridad y prevención de riesgos, también seguir con las normativas que la ley exige para evitar futuros confrontamientos legales por parte de las autoridades o población(Tejeda & Pérez-Floriano, 2011).

Fuente: *Elaboración propia.*

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Este estudio da a conocer una mejor visión sobre la inclusión de un sistema de seguridad y la comprensión de los accidentes en la industria minera dejando en claro que una buena cultura de seguridad disminuye la probabilidad de que se repitan los accidentes.

Una de las principales causas de los accidentes e incidentes es el factor humano, es por ellos que las empresas mineras implementan un sistema basado en su comportamiento para que así puedan corregir los actos inseguros ocasionados.

La reducción del número de accidentes no solo es imponer un sistema de seguridad, sino en generar una cultura de seguridad a cada uno de los trabajadores para esto se debe realizar continuamente charlas que ayuden a concientizar.

La implementación de un sistema de seguridad y salud ocupacional minero dependerá mucho del tamaño de la compañía minera y de las características geológicas. Así mismo proporcionará conocimientos sobre la prevención de riesgos a los trabajadores y así se logrará una reducción de accidentes en incidentes.

Los riesgos en las minas siempre existirán, dependerá mucho de todo el personal de cada minera para lograr prevenir y controlar todo tipo de riesgo latente. Existen diversos métodos que ayudaran a identificar y reducir el número de accidentes, tales como la metodología SBC, la matriz del IPERC y el uso de los EPPS.

El estado mediante sus entes reguladores (Osinermin, Sunafil, Gerencia Regional de Energía y Minas), deberán seguir supervisando y multar a las empresas mineras que no cumplan con su reglamento de seguridad para que estas tomen conciencia que lo primordial es la seguridad y salud de cada uno de sus trabajadores

REFERENCIAS

- Alvarez, A. F., & Arias, L. S. (2018). Estrategias de control de los riesgos de condiciones de seguridad en la mina lajas. *instname: Universidad Libre*, 19. <https://doi.org/No tiene>
- Candiotti, R. A., & Alejandro, M. R. (2018). *La aplicación de la matriz “IPERC-BASE” orientado a la reducción de accidentes e incidentes en la Unidad Minera “Santa Rosa- Llocllapampa”*. (Universidad Nacional del Centro del Perú). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5802>
- Chen, H., Qi, H., Long, R., & Zhang, M. (2012). Research on 10-year tendency of China coal mine accidents and the characteristics of human factors. *Safety Science*, 50(4), 745-750. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.08.040>
- Chen, J. K. C., & Zorigt, D. (2013). Managing occupational health and safety in the mining industry. *Journal of Business Research*, 66(11), 2321-2331. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.04.013>
- Florez, J. (2018). Análisis de la normatividad en seguridad y salud ocupacional en minería entre los años 2000 y 2017 y su influencia en la ocurrencia de accidentes mortales en la minería del Perú. *Ciencia & Desarrollo*, (23), 74-79. <https://doi.org/10.33326/26176033.2018.23.778>
- Giraldo, M., & Badillo, J. (2015). Implicancias técnicas y económicas de los accidentes mortales en la minería peruana. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 18(35). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v18i35.11846>

- Guerrero, J.-Y., Hernández, G., & Varona, M. (2015). Accidentes de trabajo y enfermedades laborales de los mineros de socavón en Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander. *instname: Universidad del Rosario*, 5. <https://doi.org/No tiene>
- Guerrero, M. (2016). Riesgos operacionales en proyectos de minería subterránea. *Teknos Revista Científica*, 16(1), 19-27. <https://doi.org/10.25044/25392190.803>
- Gul, M., & Ak, M. F. (2018). A comparative outline for quantifying risk ratings in occupational health and safety risk assessment. *Journal of Cleaner Production*, 196, 653-664. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.106>
- Huanca, Y. L. (2016). *Propuesta de mejora del sistema de gestión de seguridad y salud e el trabajo en las labores de minera subterránea Mina Century Mining 2014* (Universidad Tecnológica del Perú). Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa - Perú. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/938>
- Liu, Q., Dou, F., & Meng, X. (2020). Building risk precontrol management systems for safety in China's underground coal mines. *Resources Policy*, 101631. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101631>
- Lucio, T. C., & Silva, W. (2019). Influencia de la metodología seguridad basada en el comportamiento en la prevención y reducción del número de accidentes en CAME Contratistas y Servicios Generales S.A. - Proyecto Antamina – Periodo 2014. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 22(43), 93-98. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i43.16693>

- Maguiña, R. (2018). *Dificultades en la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional de acuerdo al DS 023-2017-EM del pequeño productor minero y productor minero artesanal Ancash—2018* (Universidad Nacional Santiago Antuanez de Mayolo). Universidad Nacional Santiago Antuanez de Mayolo, Huaraz - Perú. Recuperado de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2894>
- Mahdevari, S., Shahriar, K., & Esfahanipour, A. (2014). Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS. *Science of The Total Environment*, 488-489, 85-99. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.076>
- Mallqui, L. (2009). *Implementación del sistema de gestión integrado de salud, seguridad ocupacional, medio ambiente y calidad para lograr una mejora continua en la empresa especializada Interlagos E.I.R.L.* (Universidad Nacional del Centro del Perú). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2161>
- Patterson, J. M., & Shappell, S. A. (2010a). Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1379-1385. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.02.018>
- Patterson, J. M., & Shappell, S. A. (2010b). Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1379-1385. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.02.018>
- Quispe, C. (2014). *Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para reducir incidentes laborales en la U.E.A. Porvenir De Minera Centro S.A.C.*

(Universidad Nacional del Centro del Perú). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2166>

Rivera, C., Villanueva, I., Piñón, P., & Rodríguez, A. (2019). Analysis and evaluation of risks in underground mining using the decision matrix risk-assessment (DMRA) technique, in Guanajuato, Mexico. *Journal of Sustainable Mining*, 18(1), 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2019.01.001>

Rodríguez, C. (2012). Estudio de la accidentabilidad laboral para gestionar la prevención en la mina Uchucchacua. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 15(29), 39-48. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v15i29.2203>

Rosales, R. (2015). *Sistematización del Programa de Seguridad basado en el Comportamiento dentro del proceso de reducción de Accidentes en Sociedad minera El Brocal S.A.A.* (Universidad Nacional de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú. Recuperado de https://www.academia.edu/34249695/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_INGENIERIA_C3%8DA

Sanmiquel-Pera, L., Bascompta, M., & Anticoi, H. (2019). Analysis of a Historical Accident in a Spanish Coal Mine. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph16193615>

Sucari, A. (2018). *Influencia de la aplicación de seguridad basada en el comportamiento en la ocurrencia de accidentes de trabajo en Mina Arcata en la Empresa Contratista IESA S.A. durante el año 2016* (Universidad Nacional de Huancavelica). Universidad

Nacional de Huancavelica, Huancavelica - Perú. Recuperado de

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1752>

Tejeda, N. Y., & Pérez-Floriano, L. (2011). La amplificación social del riesgo: Evidencias del accidente en la mina Pasta de Conchos. *Comunicación y sociedad*, (15), 71-99.

<https://doi.org/No tiene>

Vallejo, L. del C. (2016). Características de los programas de capacitación andragógicos y los procesos de aprendizaje la seguridad minera peruana. *Revista del Instituto de*

Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y

Geográfica, 19(37). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v19i37.12962>

Velezmoro, J. (2019). *Implementación del Programa de Seguridad para la prevención de*

Comportamientos Subestándar En La Empresa Tecniacero Sac. De la compañía

Minera Antapaccay—Cusco 2018" (Universidad Nacional de Huancavelica).

Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica - Perú. Recuperado de

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2851>

Wang, Q., Wang, H., & Qi, Z. (2016). An application of nonlinear fuzzy analytic hierarchy process in safety evaluation of coal mine. *Safety Science*, 86, 78-87.

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.02.01>